

Cara uji sifat hidraulik akuifer terkekang dan bebas dengan metode Jacob



© BSN 2012

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang Lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Ketentuan dan persyaratan	4
4.1 Umum	4
4.2 Pelaksanaan	7
5 Cara pengujian	8
5.1 Perhitungan nilai karakteristik dengan metode Jacob I	8
5.2 Perhitungan nilai karakteristik dengan metode Jacob II	9
5.3 Perhitungan nilai karakteristik dengan metode Jacob III	9
5.4 Langkah pengerjaan metode Jacob untuk akuifer bebas	10
6 Laporan.....	10
6.1 Umum	10
6.2 Penyajian dan Interpretasi hasil uji	10
Lampiran A	11
Lampiran B	13
Lampiran C	21
Lampiran D	22
Bibliografi	26

Prakata

Cara uji sifat hidraulik akuifer terkekang dan bebas dengan metode Jacob ini merupakan revisi dari **SNI 03-2527-1991, Metode Pengujian Karakteristik Akuifer Tertekan dengan Uji Pemompaan Jacob I**. Revisi ini dibuat untuk memperbaiki dan menyempurnakan SNI sebelumnya. Penyusunan revisi ini lebih mengarah ke perubahan judul dan penambahan materi, yaitu dengan menambahkan metode Jacob II dan Jacob III. Penambahan materi pada revisi standar ini dibuat berdasarkan pengalaman dalam 10 tahun terakhir. Struktur penulisan pedoman ini mengacu kepada PSN 08:2007 tentang penulisan Standar Nasional Indonesia.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, Subpanitia Teknis 91-01-S1 Bidang Sumber Daya Air dan telah dibahas pada rapat konsensus tanggal 16 Agustus 2011 di Lembang dengan melibatkan wakil dari pemerintah, produsen, konsumen, pakar akademis, dan peneliti serta instansi teknis terkait lainnya.



Pendahuluan

Pengujian karakteristik akuifer secara langsung di lapangan dilakukan dengan analisis data uji pemompaan. Ada banyak cara yang tersedia dan dapat dipilih bergantung pada sifat keterkekangan akuifer dan diameter sumur. Salah satu metode yang akan dibahas secara khusus dalam standar ini adalah metode Jacob yang diterapkan pada akuifer terkekang dan bebas. Tujuan dari aplikasi metode ini adalah mengetahui karakteristik akuifer yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pemodelan air tanah.

Cara uji sifat hidraulik akuifer terkekang dan bebas dengan metode Jacob ini merupakan bentuk penyederhanaan dari metode Theis yang digunakan dalam menentukan karakteristik akuifer terkekang. Standar ini dimaksudkan sebagai acuan dalam menganalisis dan mengevaluasi data uji pemompaan yang berguna untuk menentukan karakteristik akuifer terkekang.





Cara uji sifat hidraulik akuifer terkekang dan bebas dengan metode Jacob

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan cara uji sifat hidraulik akuifer terkekang dan bebas dengan metode Jacob untuk:

- 1) Menentukan transmisivitas (T) dan koefisien simpanan (S) dari akuifer terkekang dan bebas tunggal yang tersusun dari batuan atau media berbutir tak padu dan bersifat menerus dengan memakai data uji pemompaan atau data uji injeksi di lapangan.
- 2) Menentukan sifat hidraulik akuifer bebas dengan koreksi nilai surutan (s'').

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan cara uji dengan metode Jacob.

SNI 03-6436, Cara uji sumur injeksi dan pemompaan untuk penentuan sifat hidraulik untuk sistem akuifer (prosedur lapangan).

SNI 19-6740, Cara uji untuk penentuan transmisivitas akuifer terkekang dengan cara pemilihan Theis.

SNI 19-6741, Cara uji untuk penentuan transmisivitas akuifer terkekang dengan cara uji kolom air.

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang berkaitan dengan cara uji ini adalah sebagai berikut

3.1

akuifer bebas

akuifer yang bagian bawahnya dibatasi oleh lapisan pengeang yang kedap air dan mempunyai permukaan air tanah bebas

3.2

akuifer semi terkekang

akuifer yang bagian bawahnya dibatasi oleh lapisan pengeang yang kedap air dan bagian atasnya dibatasi oleh lapisan semi kedap air dengan muka pisometrik di atas batas antara akuifer dan lapisan semi kedap air tersebut

3.3

akuifer terkekang

akuifer yang dibatasi oleh lapisan pengeang yang kedap air pada bagian bawah dan atasnya, yang letak muka air tanahnya berada di atas batas antara akuifer tersebut dengan lapisan pengeang bagian atas

3.4

akuiklud

lapisan kedap air yang sekalipun mengandung air tetapi di dalamnya hampir tidak terjadi aliran air atau walaupun ada aliran air maka akan bergerak amat lambat dan lapisan ini dapat berfungsi sebagai lapisan pengekang

3.5

akuitar

lapisan semi kedap air

3.6

homogen

sifat yang serba sama dan selalu tetap di dalam ruang (di setiap titiknya) baik air maupun medianya merupakan satu kesatuan (yang bersifat isotropik maupun anisotropik)

3.7

isotropik

sifat orientasi arah aliran air tanah dan medianya yang selalu tetap ke semua arah dan dinyatakan oleh besarnya kelulusan hidraulik yang sama ke semua arah

3.8

kelulusan hidraulik (k)

kemampuan suatu media atau lapisan batuan dalam meluluskan air yang mengalir dalam satu satuan waktu di bawah pengaruh satuan kemiringan hidraulik dan melalui satu satuan luas yang diukur tegak lurus terhadap arah aliran.

3.9

koefisien simpanan (S)

volume air yang dilepaskan dari simpanan atau diserap ke dalam simpanan setiap satuan luas permukaan akuifer dalam setiap perubahan tinggi-tekan (*head*) pada komponen tegak-lurus terhadap permukaan tersebut

3.10

metode Jacob I

metode yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara surutan (*s*) dalam skala linier dan waktu (*t*) dengan *r* konstan dalam skala logaritmik

3.11

metode Jacob II

metode yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara *s* dalam skala linier dan jarak antara sumur uji dengan sumur observasi atau pisometer (*r*) dengan *t* konstan tertentu yang cukup besar dalam skala logaritmik

3.12

metode Jacob III

metode yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara *s* dalam skala linier dan t/r^2 dalam skala logaritmik

3.13

permukaan air dinamik

permukaan air yang terdapat di dalam sumur uji, sumur observasi, atau pisometer baik selama berlangsungnya masa uji pemompaan maupun uji pemulihan (uji injeksi atau uji kolom air)

3.14**permukaan air statik**

permukaan air tanah mula-mula yang terdapat di dalam sumur uji, sumur observasi, atau pisometer sebelum dilakukan pengambilan air dari akuifer baik oleh pemompaan maupun oleh aliran bebas

3.15**pisometer**

suatu tabung pipa tegak yang ditancapkan ke bawah muka tanah untuk mengamati muka air tanah di suatu titik

3.16**sifat hidraulik**

sifat dasar dari hidraulik suatu akuifer, di antaranya nilai koefisien simpanan (S), transmisivitas (T), kelulusan hidraulik akuifer (k), dan kelulusan hidraulik akuitar (k')

3.17**sumur observasi**

sumur yang digunakan untuk mengamati muka air tanah, letaknya berada di sekitar sumur uji dan menembus akuifer secara penuh maupun sebagian

3.18**sumur uji**

sumur yang menembus seluruh bagian akuifer yang airnya dipompa keluar atau diinjeksikan ke dalamnya

3.19**surutan (s)**

penurunan muka air tanah dihitung dari posisi semula atau perbedaan antara permukaan air statik dengan dinamik secara tegak dalam satuan panjang

3.20**transmisivitas (T)**

daya kelulusan lapisan akuifer terhadap air yang dinyatakan dalam m^2/s atau m^2/hari , dan merupakan perkalian antara kelulusan rata-rata dengan ketebalan rata-rata akuifer

3.21**uji akuifer**

uji pemompaan atau penginjeksian yang bertujuan untuk menentukan sifat hidraulik akuifer (transmisivitas dan koefisien kandungan) dan sifat hidraulik akuitar (kelulusan hidraulik tegak)

3.22**uji pemompaan**

pengujian yang dilakukan dengan cara memompa air dengan debit tetap dari suatu sumur uji dalam jangka waktu tertentu, lalu mengamati muka air tanahnya baik pada sumur uji tersebut maupun pada sumur-sumur observasi atau pisometer yang berada di sekitarnya, sejak pemompaan dimulai hingga dihentikan dengan tujuan untuk mengetahui berapa besar kapasitas sumur (liter/s) yang bersangkutan

4 Ketentuan dan persyaratan

4.1 Umum

4.1.1 Rancangan uji

Cara uji sifat hidraulik akuifer dengan metode Jacob dapat dilakukan jika memenuhi persyaratan kondisi sebagai berikut:

- Penerapan metode Jacob I pada pengujian di lapangan memerlukan satu sumur uji dan paling sedikit satu sumur observasi atau pisometer dengan jarak r terhadap sumur uji, sehingga sumur observasi atau pisometer ini masih berada di dalam radius pengaruh uji pemompaan.
- Penerapan metode Jacob II pada pengujian di lapangan memerlukan satu sumur uji dan paling sedikit tiga sumur observasi atau pisometer dengan jarak r terhadap sumur uji, sehingga sumur observasi atau pisometer ini masih berada di dalam radius pengaruh uji pemompaan.
- Penerapan metode Jacob III pada pengujian di lapangan memerlukan satu sumur uji dan paling sedikit satu sumur observasi atau pisometer dengan jarak r terhadap sumur uji, sehingga sumur observasi atau pisometer ini masih berada di dalam radius pengaruh uji pemompaan.
- Ciri-ciri yang menunjukkan bahwa sumur observasi atau pisometer masih berada di dalam radius pengaruh uji pemompaan adalah selama uji pemompaan berlangsung, muka air tanah di dalam sumur observasi atau pisometer mengalami penurunan yang terukur. Sumur observasi atau pisometer ini dianjurkan berada pada jarak kurang dari r maksimum, yang dapat ditentukan dengan menggunakan rumus Reed (1980) berikut ini:

$$r_{maks} = \frac{1,5 D}{\sqrt{\frac{k_z}{k_{xy}}}} \quad (1)$$

keterangan:

r_{maks} adalah jarak maksimum letak sumur observasi atau pisometer terhadap sumur uji (m);

D adalah tebal akuifer (m);

k_z adalah kelulusan hidraulik vertikal rata-rata dari material akuifer yang dijumpai (m/hari);

k_{xy} adalah kelulusan hidraulik lateral rata-rata dari material akuifer yang dijumpai (m/hari).

4.1.2 Anggapan dasar

Anggapan dasar harus memenuhi ketentuan dan persyaratan sebagai berikut

- Anggapan dasar yang harus dipenuhi dalam analisis menggunakan metode Jacob untuk akuifer terkekang adalah sebagai berikut:
 - Aliran ke sumur adalah aliran lekang.
 - Akuifer yang ditinjau merupakan akuifer terkekang.
 - Air di dalam akuifer yang dikeluarkan dapat dilihat pada landaian muka air tanah pisometrik.
 - Diameter sumur kecil, sehingga volume air yang tersimpan di dalam sumur dapat diabaikan.

- 5) Sumur dipompa dengan debit konstan Q.
 - 6) Sumur menembus seluruh ketebalan akuifer .
 - 7) Akuifer bersifat homogen isotropik dengan rentang luasan yang besar.
 - 8) Lapisan pengekan tidak menyumbang aliran air ke akuifer ataupun jika ada sumbangannya dianggap kurang berarti.
 - 9) Geometri akuifer terkekang seperti tertera pada Gambar B.1.
- b) Anggapan dasar harus dipenuhi dalam analisis menggunakan metode Jacob untuk akuifer bebas adalah sebagai berikut:
- 1) Semua ketentuan dan anggapan yang diambil untuk akuifer terkekang (butir a), kecuali butir 2), 8), dan 9).
 - 2) Geometri akuifer bebas seperti tertera pada Gambar B.2.
 - 3) Persyaratan mengenai surutannya:
 - (a) Surutan pada akuifer bebas 10% dari surutan langgeng jika dibandingkan dengan ketebalan dari akuifer itu sendiri (dalam hal ini surutan tidak perlu dikoreksi).
 - (b) Jika di suatu titik surutannya cukup besar dibandingkan dengan ketebalan akuifernya, maka surutan yang dihasilkan harus dikoreksi menurut rumus berikut:

$$s'' = s - \frac{s^2}{2D} \quad (2)$$

keterangan:

s'' adalah surutan pada akuifer bebas yang telah dikoreksi (m);

s adalah surutan yang terjadi pada akuifer bebas selama pengujian dan belum dikoreksi (m);

D adalah ketebalan jenuh akuifer bebas (m), dapat dilihat pada gambar B2.

- c) Anggapan dasar harus dipenuhi dalam analisis menggunakan metode Jacob untuk akuifer bebas (yang mempunyai sifat penundaan pelepasan aliran gravitasi) apabila sumur observasi yang hanya menembus sebagian dari ketebalan akuifer adalah sebagai berikut:
- 1) Semua ketentuan dan anggapan yang diambil untuk akuifer terkekang (butir a), kecuali butir 2), 3), 8) dan 9).
 - 2) Geometri akuifer bebas seperti tertera pada Gambar B.2.
 - 3) Surutan dikoreksi menurut rumus (2) di atas, selama jarak antara sumur observasi tersebut dari sumur uji kurang dari r , menurut rumus berikut:

$$r = \frac{D}{\sqrt{\frac{k_z}{k_{xy}}}} \quad (3)$$

keterangan:

D adalah tebal akuifer (m);

k_z adalah kelulusan hidraulik vertikal kira-kira dari material akuifer yang dijumpai (m/hari);

k_{xy} adalah kelulusan hidraulik lateral kira-kira dari material akuifer yang dijumpai (m/hari).

yaitu untuk surutan yang terjadi sebelum waktu t (t dihitung sejak uji pemompaan dimulai), yang diberikan oleh rumus Neuman berikut:

$$t = 10S_y \frac{r^2}{T} \quad (4)$$

keterangan:

- t adalah waktu sejak pemompaan dimulai (hari);
- S_y adalah serahan spesifik (*specific yield*) yang merupakan koefisien simpanan akuifer bebas (tak berdimensi);
- r adalah jarak dari sumur observasi ke sumur uji (m);
- T adalah transmisivitas akuifer (m^2/hari);

- d) Anggapan dasar harus dipenuhi dalam analisis menggunakan metode Jacob untuk akuifer bebas (yang mempunyai sifat penundaan pelepasan aliran gravitasi) apabila sumur observasi yang menembus penuh seluruh ketebalan akuifer adalah sebagai berikut.
- 1) Semua ketentuan dan anggapan yang diambil untuk akuifer terkekang (butir a), kecuali butir 2), 3), 8) dan 9) di atas.
 - 2) Geometri akuifer bebas seperti tertera pada Gambar B.2.
 - 3) Surutan dikoreksi menurut rumus (2) di atas, selama jarak antara sumur observasi tersebut dari sumur uji kurang dari r yang dihitung menurut rumus (3), yang terjadi pada waktu sebelum $0,1 t$ menurut rumus (4).

4.1.3 Rumus dasar analisis metode Jacob

Rumus dasar analisis metode Jacob merupakan modifikasi rumus dasar analisis metode Theis yang berlaku untuk aliran radial, dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$s = \frac{Q}{4\pi kD} \int_u^\infty \frac{e^{-y}}{y} dy = \frac{Q}{4\pi kD} W(u) \quad (5)$$

dan

$$u = \frac{r^2 S}{4kDt} \quad (6)$$

keterangan:

- Q adalah debit sumur yang dipompa secara konstan (m^3/hari);
- kD adalah transmisivitas (m^2/hari), sering disebut dengan T ;
- k adalah kelulusan hidraulik akuifer (m/hari), sering disebut sebagai permeabilitas;
- s adalah penurunan muka air pada pisometer pipa tegak atau sumur observasi pada suatu jarak tertentu (dalam m) dari sumur yang dipompa (m);
- $W(u)$ adalah fungsi sumur
- u adalah variabel bebas

$W(u)$ disebut sebagai fungsi sumur Theis yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$W(u) = -0,577216 - \ln u + u - \frac{u^2}{2 \times 2!} + \frac{u^3}{3 \times 3!} - \frac{u^4}{4 \times 4!} + \dots \quad (7)$$

Metode Jacob merupakan modifikasi dari analisis metode Theis (1935), yaitu dengan mengambil bagian awal persamaan (7) sebagai berikut:

$$W(u) = -0,577216 - \ln u + u \quad (8)$$

dengan mengabaikan bagian sisanya, karena dianggap sangat kecil jika diambil nilai $u < 0,01$.

Dengan demikian ketentuan dan anggapan yang harus dipenuhi untuk penerapan metode Jacob adalah sebagai berikut:

- Ketentuan dan anggapan yang digunakan untuk penerapan metode analisis Theis (lihat SNI 19-6740) dengan geometri akuifer seperti yang terlihat pada Gambar B1 dan B2.
- Syarat bahwa $u < 0,01$ secara teoritis, namun untuk tujuan praktis dipakai $u < 0,1$ (yang hanya berlaku untuk r kecil dan t besar).

Berdasarkan anggapan pada butir b (r kecil dan t besar), persamaan Theis (persamaan 7) dapat disederhanakan lebih lanjut menjadi persamaan (9) sebagai berikut:

$$s = \frac{Q}{4\pi kD} \left(-0,577216 - \ln \frac{r^2 S}{4\pi kDt} \right) \quad (9)$$

dan selanjutnya masih dapat disederhanakan lagi menjadi persamaan (10) sebagai berikut.

$$s = \frac{2,30Q}{4\pi kD} \log \frac{2,5kDt}{r^2 S} \quad (10)$$

4.2 Pelaksanaan

Pemilihan analisis dengan metode analisis Jacob ini didasarkan pada kesesuaian antara kondisi geohidrologi di lapangan dengan persyaratan dan pengambilan anggapan yang sudah ditetapkan dalam penerapan metode analisis Theis untuk metode ini dan didasarkan pula atas sifat hidraulik yang dicari.

Untuk informasi karakteristik geohidrologi yang terperinci dapat diperoleh dari:

- Data dan pustaka yang tersedia.
- Peta geologi, gambar duga pengeboran, gambar duga geofisik, gambar duga litologi, data sumur-sumur yang ada, data muka air tanah, data kualitas air, dan hasil survei geofisik.

Informasi yang diperoleh ini harus dapat memberikan gambaran mengenai: ketebalan, litologi, stratifikasi, kedalaman, ketinggian, kemenerusan (kontinu), dan luasan dari akuifer dan lapisan-lapisan pengekan.

Dokumen-dokumen yang harus dipersiapkan untuk penerapan cara uji ini adalah:

- Deskripsi litologi (nama, bentuk, tekstur, warna, kedalaman).
- Deskripsi penampang geohidrologi.
- Data uji pemompaan atau uji penginjeksian (debit pemompaan atau injeksi, waktu pemompaan, muka air tanah selama waktu pengujian, letak sumur observasi atau pisometer terhadap sumur uji).
- Data teknis lainnya seperti hal-hal yang berkenaan dengan konstruksi dan ukurannya, peralatan dan spesifikasinya, serta bahan yang dipakai di dalam pengujian. Data-data

tersebut harus dipersiapkan dengan rinci, diantaranya meliputi: konstruksi, diameter, rentang kedalaman pipa penyaring dan selimut kerikil, lokasi sumur uji, sumur observasi dan pisometer, peralatan uji pemompaan, dll.

- e) Hal-hal yang berkaitan dengan cara-cara pengukuran muka air tanah, besar debit, perubahan tekanan barometer, dan perubahan kondisi lingkungan yang kemungkinan berpengaruh terhadap hasil uji.
- f) Daftar alat ukur yang digunakan termasuk nama pabrik, nomor model, spesifikasi dasarnya, serta tanggal dan waktu kalibrasi terakhir dilakukan.
- g) Mencatat prosedur pengujian yang dilakukan misalnya pada saat uji pemompaan dan uji penginjeksian, yang meliputi antara lain: tanggal pengujian, waktu (WIB, WITA, WIT), lamanya waktu pengukuran muka air sejak pemompaan dimulai hingga berakhir, pengukuran debit, dan data lingkungan lainnya.

5 Cara pengujian

Untuk menganalisis dan mengevaluasi nilai karakteristik akuifer terkekang dan bebas dengan metoda Jacob diperlukan tahapan kegiatan sebagai berikut (lihat bagan alir A1 dan A2):

5.1 Perhitungan nilai karakteristik dengan metode Jacob I

Langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut

- a) Siapkan kertas grafik semi-log.
- b) Buat tabel surutan s untuk berbagai waktu t secara berurutan dari data uji pemompaan di lapangan dan seperti pada Tabel C.1)
- c) Plot titik pasang s dan t pada kertas grafik semi-log (dengan sumbu s tegak berskala linier dan sumbu t mendatar berskala log seperti pada Gambar B.3)
- d) Buat grafik garis lurus pada kertas grafik semilog tersebut melalui titik-titik pasang nilai s terhadap t .
- e) Tarik garis lurus tersebut hingga memotong sumbu t .
- f) Dapatkan koordinat titik potong yaitu $(s, t) = (0, t_0)$.
- g) Tentukan Δs sebagai penurunan setiap 1 daur log t dari garis lurus yang terlukis.
- h) Masukkan nilai Q dan Δs untuk memperoleh nilai T atau kD dari persamaan berikut:

$$kD \text{ atau } T = \frac{2,30Q}{4\pi \Delta s} \quad (11)$$

keterangan:

Δs adalah perbedaan surutan untuk 1 siklus log;

- i) Tentukan nilai S , dengan memasukkan nilai T yang baru diperoleh dan nilai (t_0) ke dalam persamaan berikut:

$$S = \frac{2,25 k D t_0}{r_0^2} \quad (12)$$

keterangan:

t_0 adalah waktu;

r_0 adalah jari-jari pengaruh.

- j) Periksa hasil nilai T dan S tersebut dengan persamaan (6) apakah sudah memenuhi ketentuan $u < 0,01$, jika tidak memenuhi maka metode Jacob I tidak boleh digunakan. Gunakan metode Theis.

5.2 Perhitungan nilai karakteristik dengan metode Jacob II

Langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut:

- Siapkan kertas grafik semi-log.
- Buat tabel surutan s untuk berbagai waktu t secara berurutan dari data uji pemompaan di lapangan dan data dari sumur observasi atau pisometer (paling sedikit 3).
- Ambil untuk t tertentu yang cukup lama,
- Tentukan nilai s untuk masing-masing sumur observasi atau pisometer tersebut.
- Plot titik pasang s dan r pada kertas grafik semi-log (dengan sumbu s tegak berskala linier dan sumbu r mendatar berskala log seperti pada gambar B.4)
- Buat grafik garis lurus pada kertas grafik semi-log tersebut yang melalui titik-titik pasang nilai s terhadap r untuk semua sumur observasi atau pisometer.
- Perpanjang garis lurus tersebut hingga memotong sumbu logaritmik ($s = 0$).
- Dapatkan koordinat titik potong, yaitu $(s, r) = (0, r_o)$.
- Tentukan nilai Δs untuk 1 siklus log r , yaitu untuk setiap penurunan daur log r terhadap garis lurus tersebut.
- Masukkan Δs dan Q untuk memperoleh nilai T ke dalam persamaan berikut:

$$k D \text{ atau } T = \frac{2,30 Q}{2 \pi \Delta s} \quad (13)$$

- Tentukan angka S dengan memasukkan nilai T yang baru diperoleh dan nilai r_o^2 ke dalam persamaan berikut:

$$S = \frac{2,25 k D t}{r_o^2} \quad (14)$$

- Periksa hasil nilai T dan S tersebut dengan persamaan (6) apakah sudah memenuhi ketentuan $u < 0,01$, jika tidak memenuhi maka metode Jacob II tidak boleh digunakan. Gunakan metode Theis.

5.3 Perhitungan nilai karakteristik dengan metode Jacob III

Langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut:

- Siapkan kertas grafik semi-log.
- Buat tabel surutan s untuk berbagai waktu t secara berurutan dari data uji pemompaan di lapangan dan data dari masing-masing sumur observasi atau pisometer seperti terlihat pada tabel C.1.
- Plot titik pasang s dan t/r^2 pada kertas grafik semi-log (dengan sumbu s tegak berskala linier dan sumbu t/r^2 berskala log seperti pada gambar B.5).
- Buat grafik garis lurus pada kertas grafik semi-log melalui titik-titik pasang nilai s lawan t/r^2 .
- Tarik garis lurus tersebut hingga memotong sumbu t/r^2
- Dapatkan koordinat titik potong, yaitu $(s, t/r^2) = (0, (t/r^2)_o)$.

- g) Tentukan nilai Δs sebagai penurunan untuk setiap 1 daur $\log t/r^2$ terhadap garis lurus yang dibuat.
- h) Masukkan nilai Q dan Δs untuk memperoleh nilai T atau kD ke dalam persamaan berikut:

$$kD \text{ atau } T = \frac{2,30 Q}{4 \pi \Delta s} \quad (15)$$

- i) Tentukan angka S dengan memasukkan nilai T yang baru diperoleh dan nilai $(t/r^2)_0$ ke dalam persamaan berikut:

$$S = 2,25 k D \left(\frac{t}{r^2} \right) \quad (16)$$

- j) Periksa hasil nilai T dan S tersebut dengan persamaan (6) apakah sudah memenuhi ketentuan $u < 0,01$, jika tidak memenuhi maka metode Jacob III tidak boleh digunakan. Gunakan metode Theis.

5.4 Langkah pengerjaan metode Jacob untuk akuifer bebas

Langkah pengerjaan metode Jacob untuk akuifer bebas adalah seperti pada sub-pasal 5.1 sampai dengan 5.3 dengan ketentuan-ketentuan yang tercantum dalam sub-pasal 4.2 untuk akuifer bebas, yaitu yang menyangkut perlu atau tidaknya koreksi terhadap surutan pada uji pemompaan. Jika tidak perlu dikoreksi, gunakan notasi surutan s sedangkan jika perlu dikoreksi gunakan notasi s'' . Dengan demikian notasi s diganti dengan notasi s'' . Langkah pengerjaan selanjutnya sama, data s maupun s'' harus dicantumkan di dalam tabel.

6 Laporan

6.1 Umum

Susun suatu laporan dengan memasukkan sejumlah informasi yang meliputi:

- a) Ruang lingkup dan maksud pengujian;
- b) Kondisi geohidrologi (gambaran secara tegak dan secara tapak) yang menuntun kepada pemilihan metode Theis ini;
- c) Ketentuan-ketentuan dan kondisi lingkungan seperti perubahan cuaca (misalnya hujan, temperatur, dan sebagainya);
- d) Data hasil uji pemompaan.

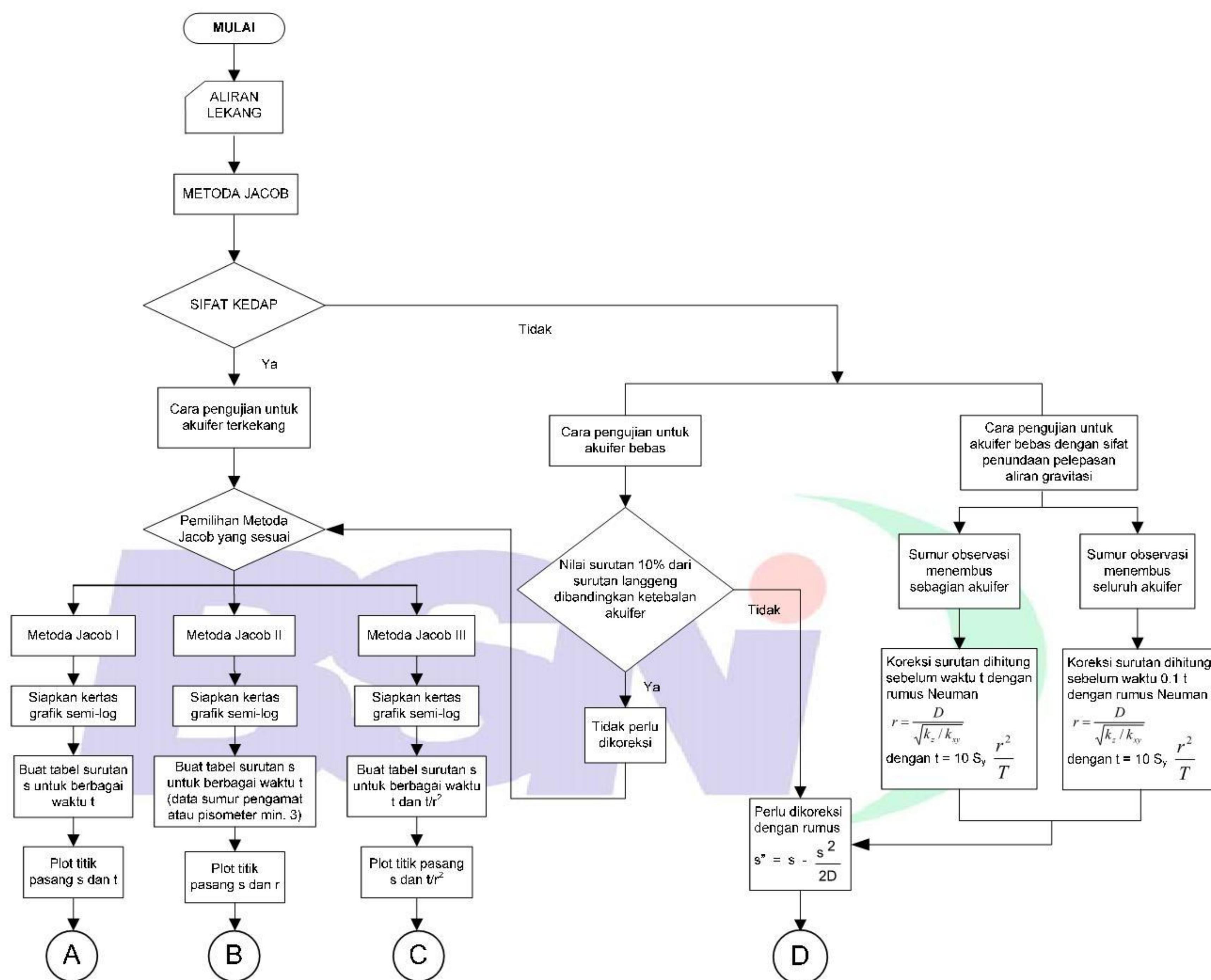
6.2 Penyajian dan Interpretasi hasil uji

Penyajian dan interpretasi hasil uji harus disertakan di dalam laporan sebagai berikut:

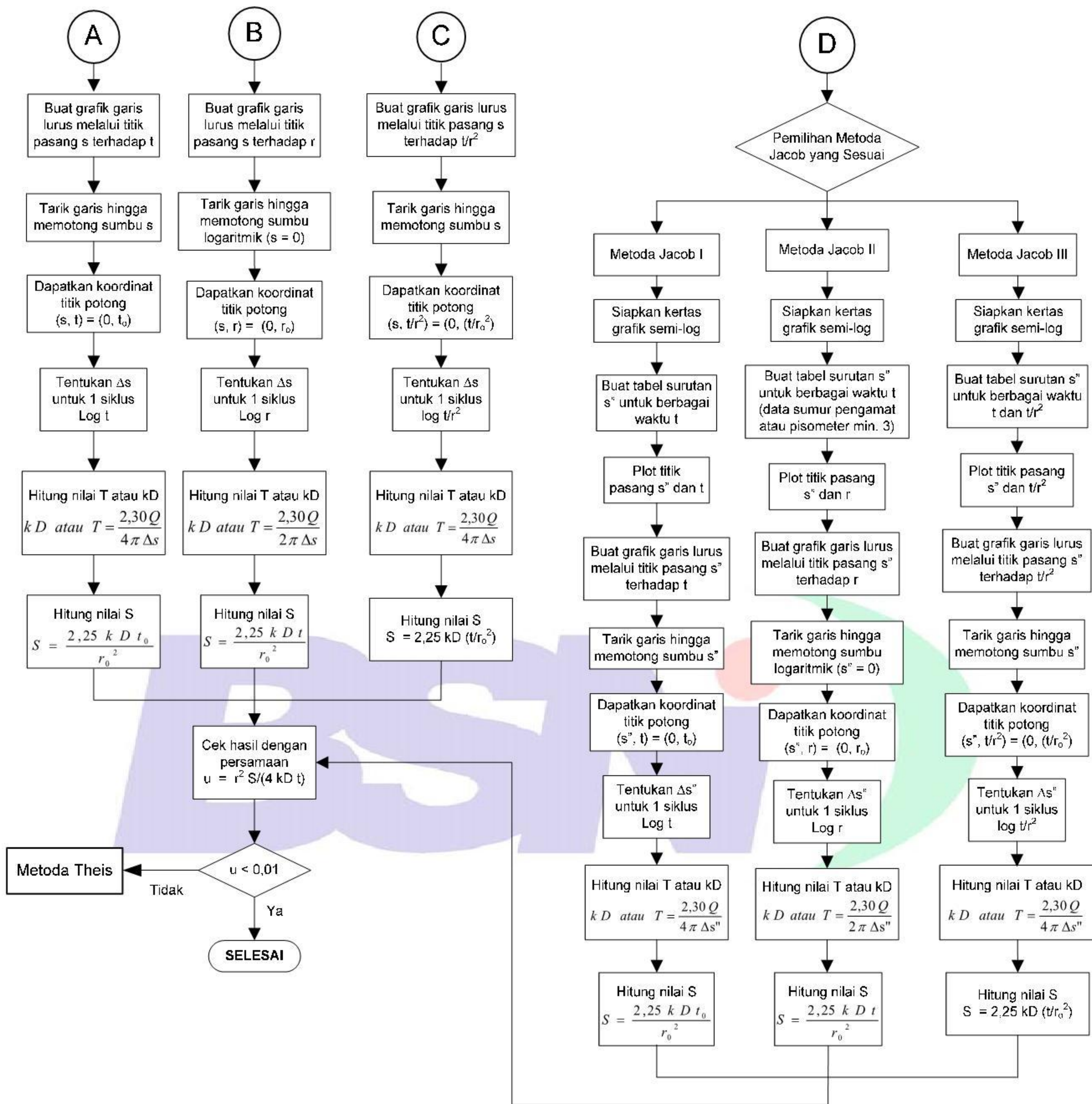
- a) Penyajian data disajikan dalam bentuk tabel (disertai koreksi yang diperlukan jika ada) maupun dalam bentuk plot data (disertai grafik-grafik yang digunakan), termasuk penentuan titik tumpu tanding yang dipilih beserta penjelasannya.
- b) Tuliskan rumus dan hasil perhitungan T dan S .
- c) Evaluasi secara kualitatif hasil pengujian T dan S atas dasar kelengkapan instrumen, pengamatan terhadap tegangan dan perubahan muka air dari akuifer, kesesuaian antara kondisi geohidrologi setempat dan kinerja pengujian terhadap ketentuan, pengambilan anggapan dasar dan persyaratan dari cara analisis yang diambil.

Lampiran A (normatif)

Bagan alir pemilihan metode penentuan sifat-sifat hidraulik akuifer

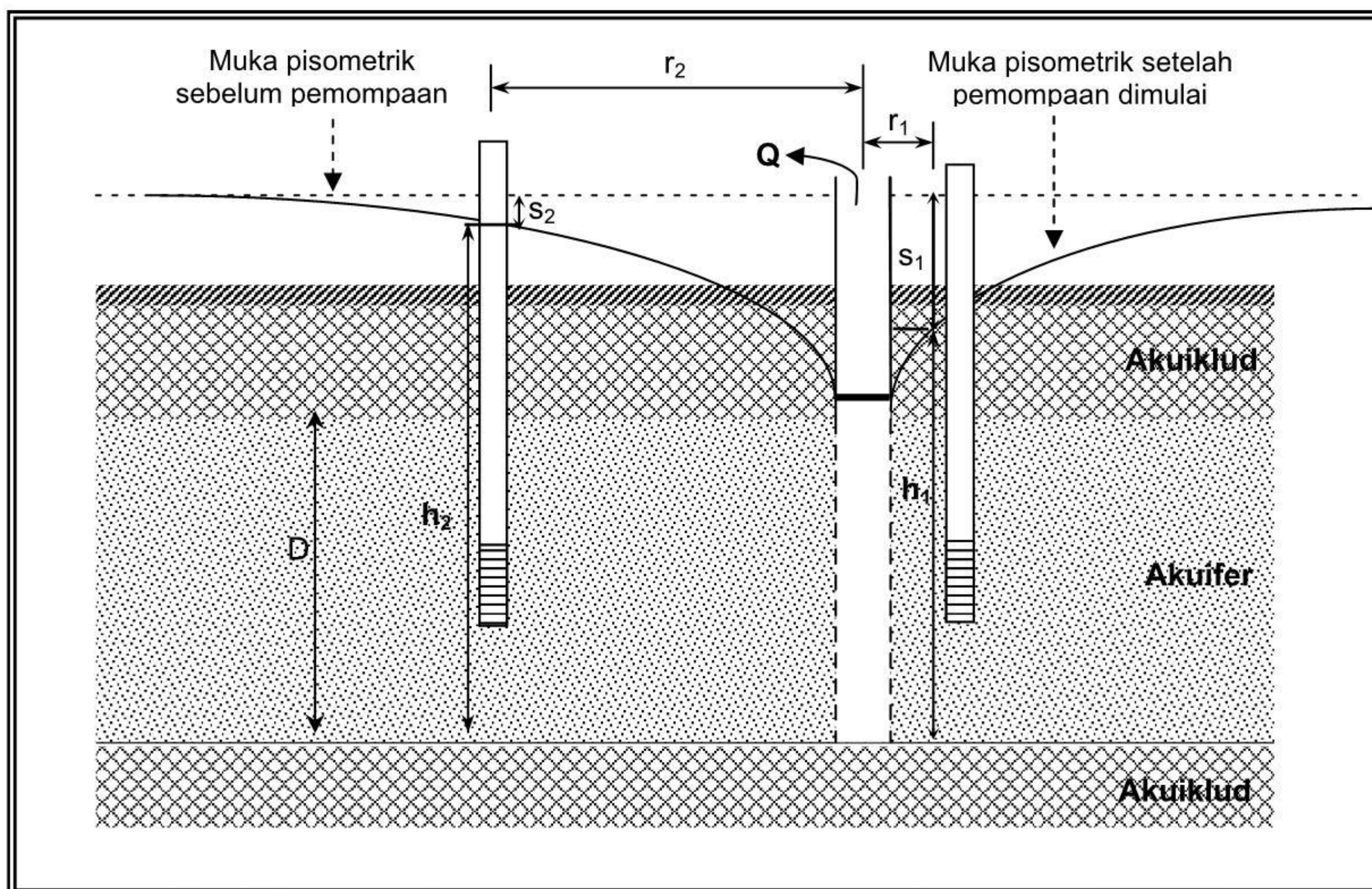


Gambar A.1 - Bagan alir cara uji sifat hidraulik akuifer dengan metode Jacob (modifikasi cara Theis)

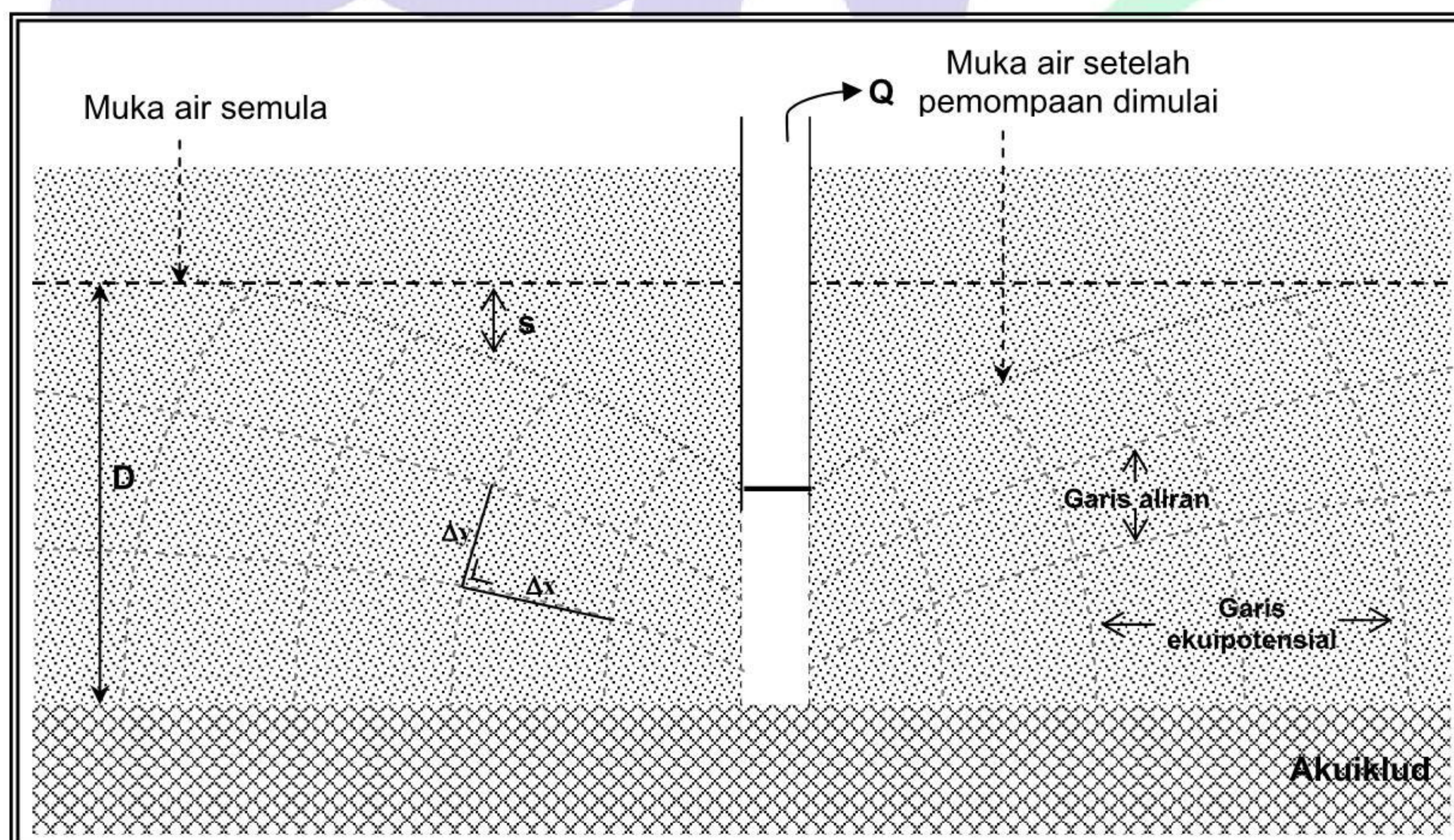


Gambar A.1 - Bagan alir cara uji sifat hidraulik akuifer dengan metode Jacob (modifikasi cara Theis) (lanjutan)

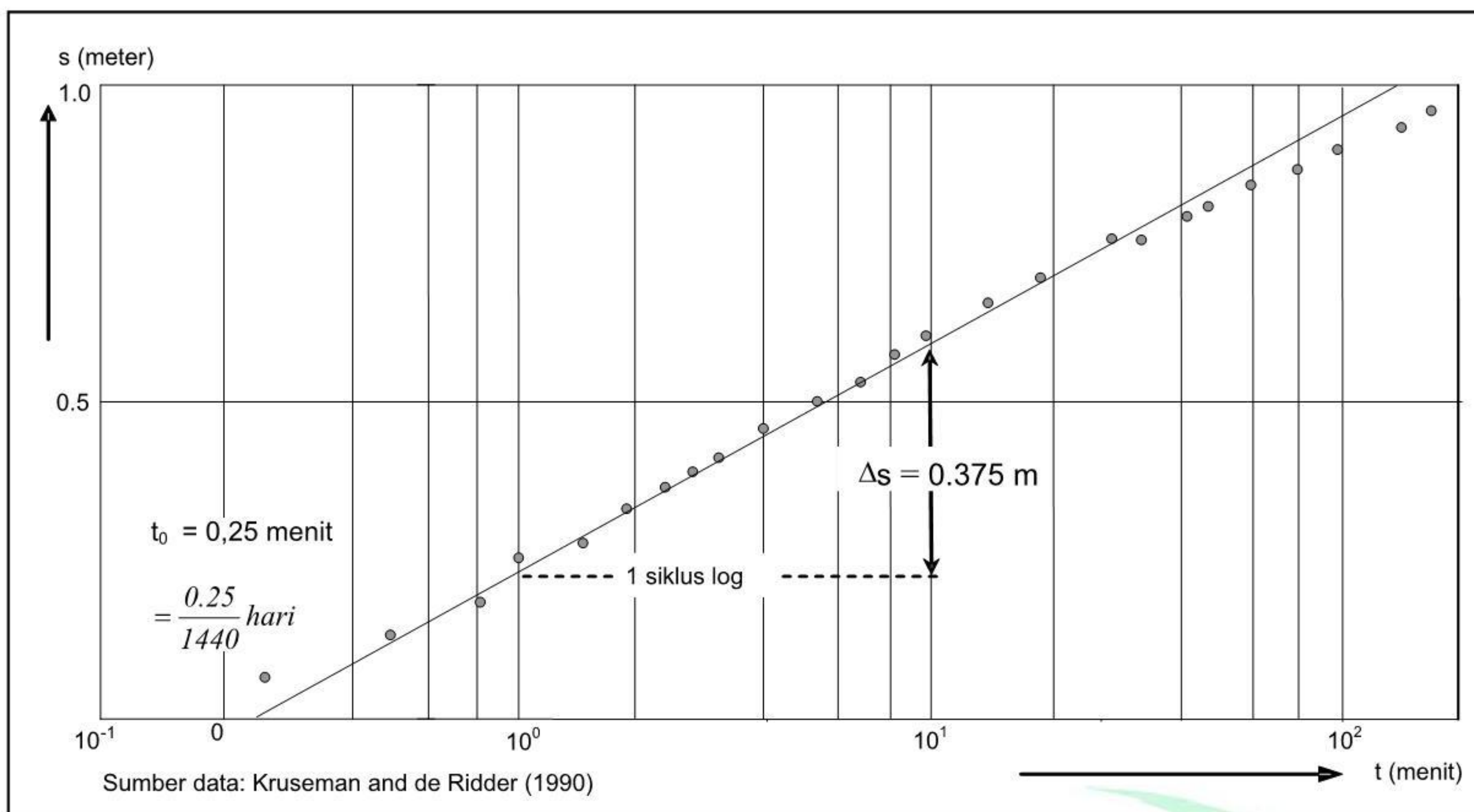
Lampiran B
(informatif)
Gambar-gambar



Gambar B.1 - Geometri sumur pada akuifer terkekang



Gambar B.2 - Geometri sumur pada akuifer bebas



(Sumber: Kruseman dan de Ridder, 1994)

Gambar B.3 - Kurva analisis data uji pemompaan dengan metode Jacob I ($r=30$ m)

Contoh perhitungan metoda Jacob I dengan data uji pemompaan pada tabel D.1 dan berdasarkan kurva analisis pada gambar B.3, diperoleh:

$$\Delta s = 0.375$$

$$t_0 = 0.25 \text{ menit} = \frac{0.25}{1440} \text{ hari} = 1.74 \times 10^{-4} \text{ hari}$$

$$Q = 788 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Substitusi ke persamaan (11), untuk memperoleh nilai transmisivitas (T)

$$T = kD = \frac{2.30 Q}{4\pi \Delta s} = \frac{2.30 \times 788}{4 \times 3.14 \times 0.375} = 385 \text{ m}^2 / \text{hari}$$

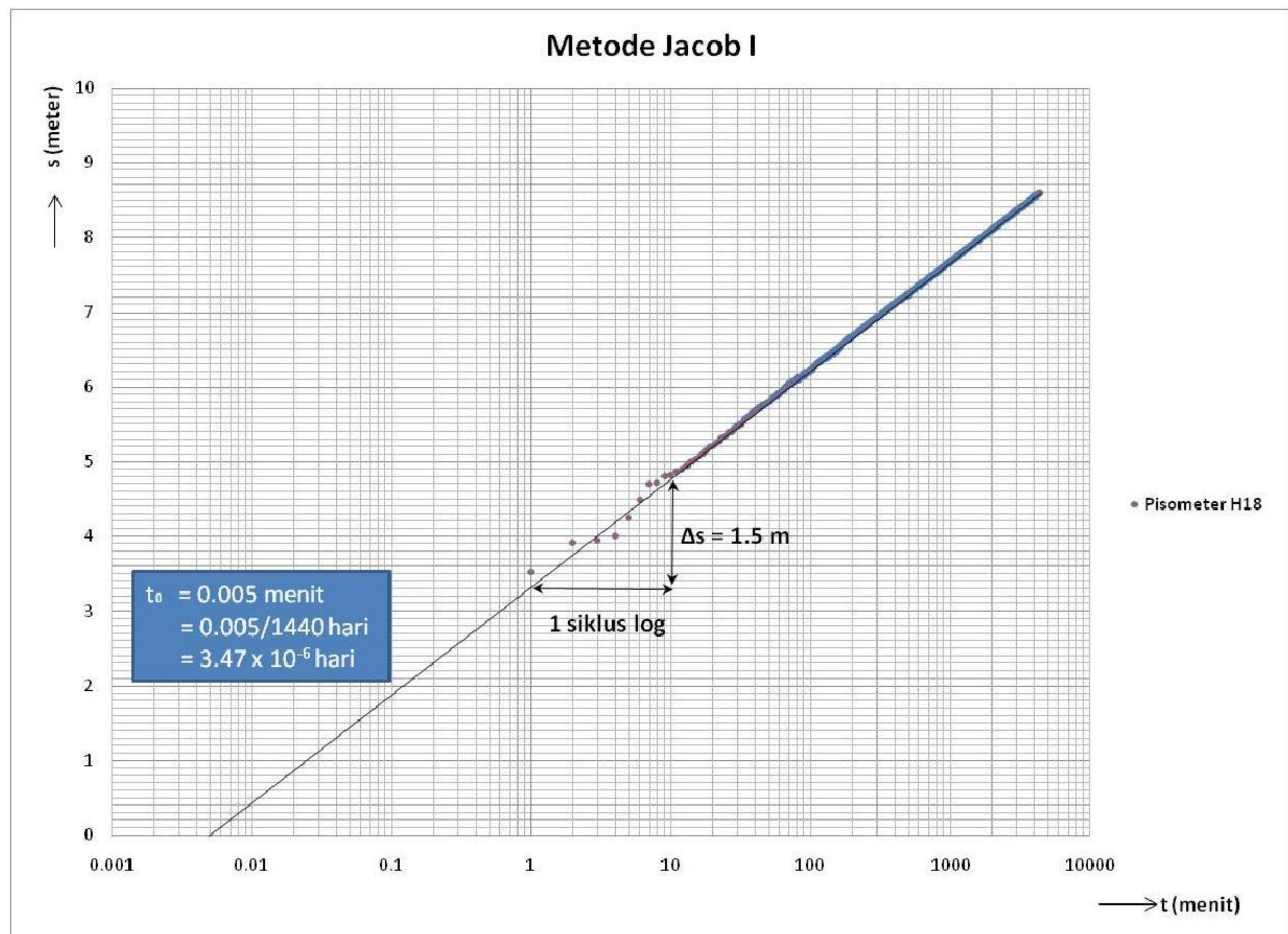
Substitusi ke persamaan (12), untuk memperoleh nilai koefisien simpanan (S)

$$S = \frac{2.25 k D t_0}{r_0^2} = \frac{2.25 \times 385 \times (1.74 \times 10^{-4})}{30^2} = 1.67 \times 10^{-4}$$

Periksa hasil nilai T dan S tersebut dengan persamaan (6) untuk $t = 0.001$ hari

$$u = \frac{r^2 S}{4 k D t} = \frac{(30)^2 \times (1.67 \times 10^{-4})}{4 \times 385 \times (10^{-3})} = 0.097$$

Hasilnya menunjukkan bahwa nilai u telah memenuhi ketentuan $u < 0.1$, sehingga metoda Jacob I dapat digunakan.



(Sumber: Soenarto, 1991)

Gambar B.4 - Kurva analisis data uji pemompaan dengan metode Jacob I (r=18 m)

Contoh perhitungan metoda Jacob I dengan data uji pemompaan pada tabel D.2 dan berdasarkan kurva analisis pada gambar B.4, diperoleh:

$$\Delta s = 1.5$$

$$t_0 = 3.47 \times 10^{-6} \text{ hari}$$

$$Q = 2678.4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Substitusi ke persamaan (11), untuk memperoleh nilai transmisivitas (T)

$$T = kD = \frac{2.30 Q}{4\pi \Delta s} = \frac{2.30 \times 2678.4}{4 \times 3.14 \times 1.5} = 326.98 \text{ m}^2 / \text{hari}$$

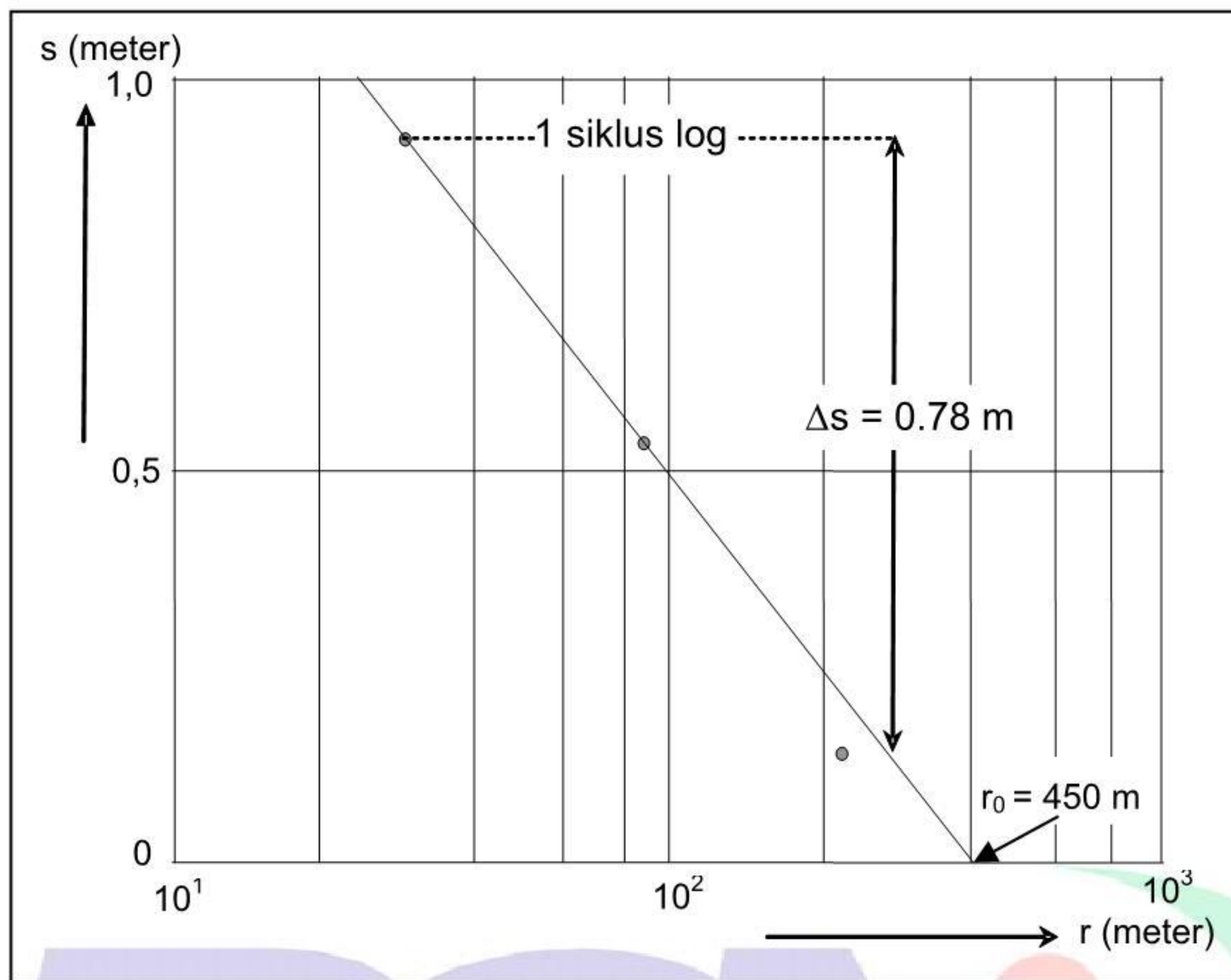
Substitusi ke persamaan (12), untuk memperoleh nilai koefisien simpanan (S)

$$S = \frac{2.25 k D t_0}{r_0^2} = \frac{2.25 \times 326.98 \times (3.47 \times 10^{-6})}{18^2} = 7.87 \times 10^{-6}$$

Periksa hasil nilai T dan S tersebut dengan persamaan (6) untuk $t = 0.001$ hari

$$u = \frac{r^2 S}{4 k D t} = \frac{(18)^2 \times (7.87 \times 10^{-6})}{4 \times 326.98 \times (10^{-3})} = 1.95 \times 10^{-3}$$

Hasilnya menunjukkan bahwa nilai u telah memenuhi ketentuan $u < 0.1$, sehingga metoda Jacob I dapat digunakan.



(Sumber: Kruseman dan de Ridder, 1994)

Gambar B.5 - Kurva analisis data uji pemompaan dengan metode Jacob II

Contoh perhitungan metoda Jacob II dengan data uji pemompaan pada tabel D.1 dan berdasarkan kurva analisis pada gambar B.5, diperoleh:

$$t = 140 \text{ menit} = 0.1 \text{ hari}$$

$$\Delta s = 0.78 \text{ m}$$

$$r_0 = 450 \text{ m}$$

$$Q = 788 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Substitusi ke persamaan (13), untuk memperoleh nilai transmisivitas (T)

$$T = kD = \frac{2.30 Q}{2\pi \Delta s} = \frac{2.30 \times 788}{2 \times 3.14 \times 0.78} = 369.9 \text{ m}^2 / \text{hari}$$

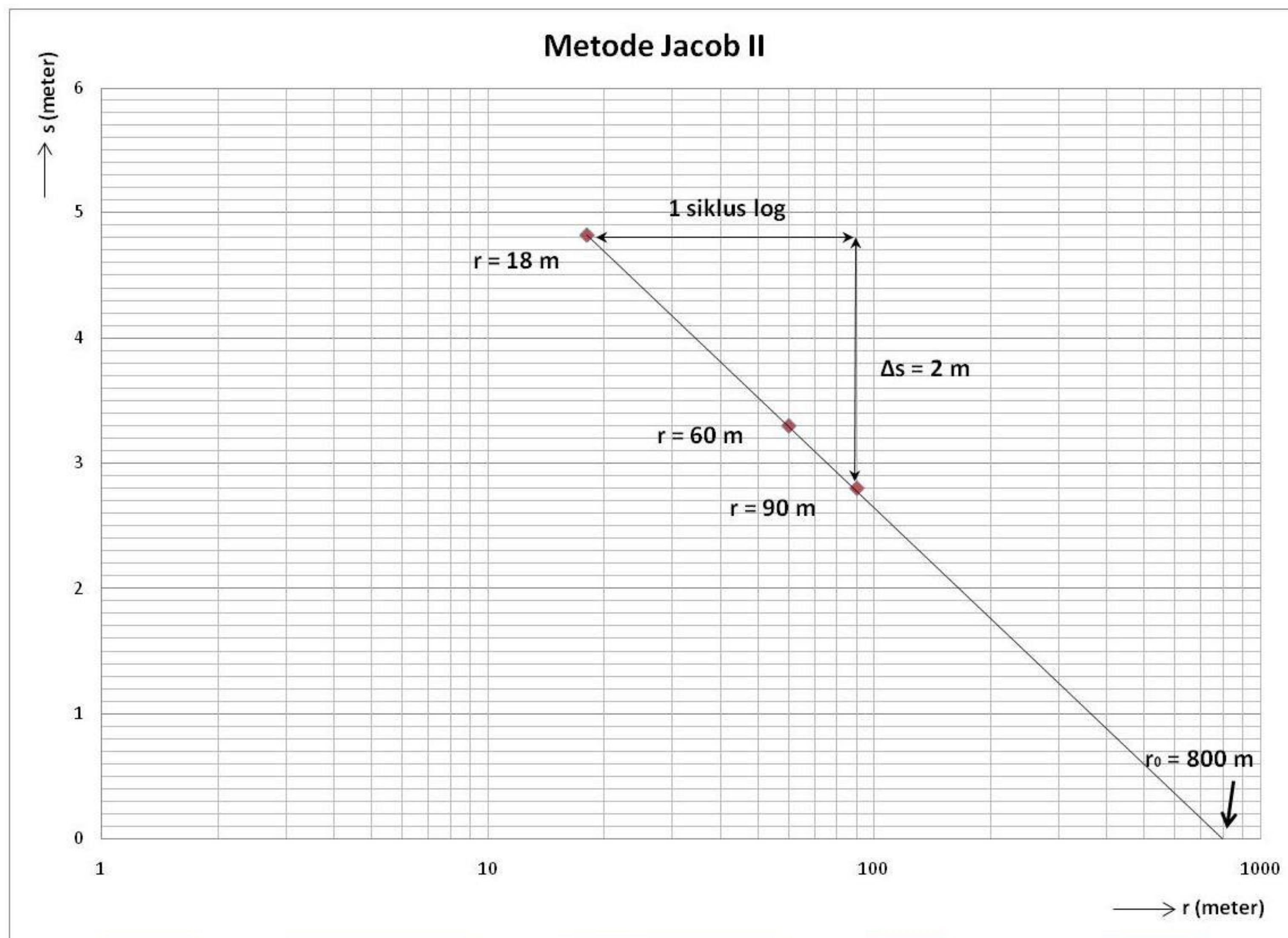
Substitusi ke persamaan (14), untuk memperoleh nilai koefisien simpanan (S)

$$S = \frac{2.25 kD t}{r_0^2} = \frac{2.25 \times 369.9 \times (0.1)}{450^2} = 4.1 \times 10^{-4}$$

Periksa hasil nilai T dan S tersebut dengan persamaan (6) untuk $t = 0.1$ hari dan $r = 30$ m

$$u = \frac{r^2 S}{4 kD t} = \frac{(30)^2 \times (4.1 \times 10^{-4})}{4 \times 369.9 \times (0.1)} = 0.0025$$

Hasilnya menunjukkan bahwa nilai u telah memenuhi ketentuan $u < 0.1$, sehingga metoda Jacob II dapat digunakan.



(Sumber: Soenarto, 1991)

Gambar B.6 Kurva analisis data uji pemompaan dengan metode Jacob II

Contoh perhitungan metoda Jacob II dengan data uji pemompaan pada tabel D.2 dan berdasarkan kurva analisis pada gambar B.6, diperoleh:

$$t = 10 \text{ menit} = 6.94 \times 10^{-3} \text{ hari}$$

$$\Delta s = 2 \text{ m}$$

$$r_0 = 800 \text{ m}$$

$$Q = 2678.4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Substitusi ke persamaan (13), untuk memperoleh nilai transmisivitas (T)

$$T = kD = \frac{2.30 Q}{2\pi \Delta s} = \frac{2.30 \times 2678.4}{2 \times 3.14 \times 2} = 490.47 \text{ m}^2 / \text{hari}$$

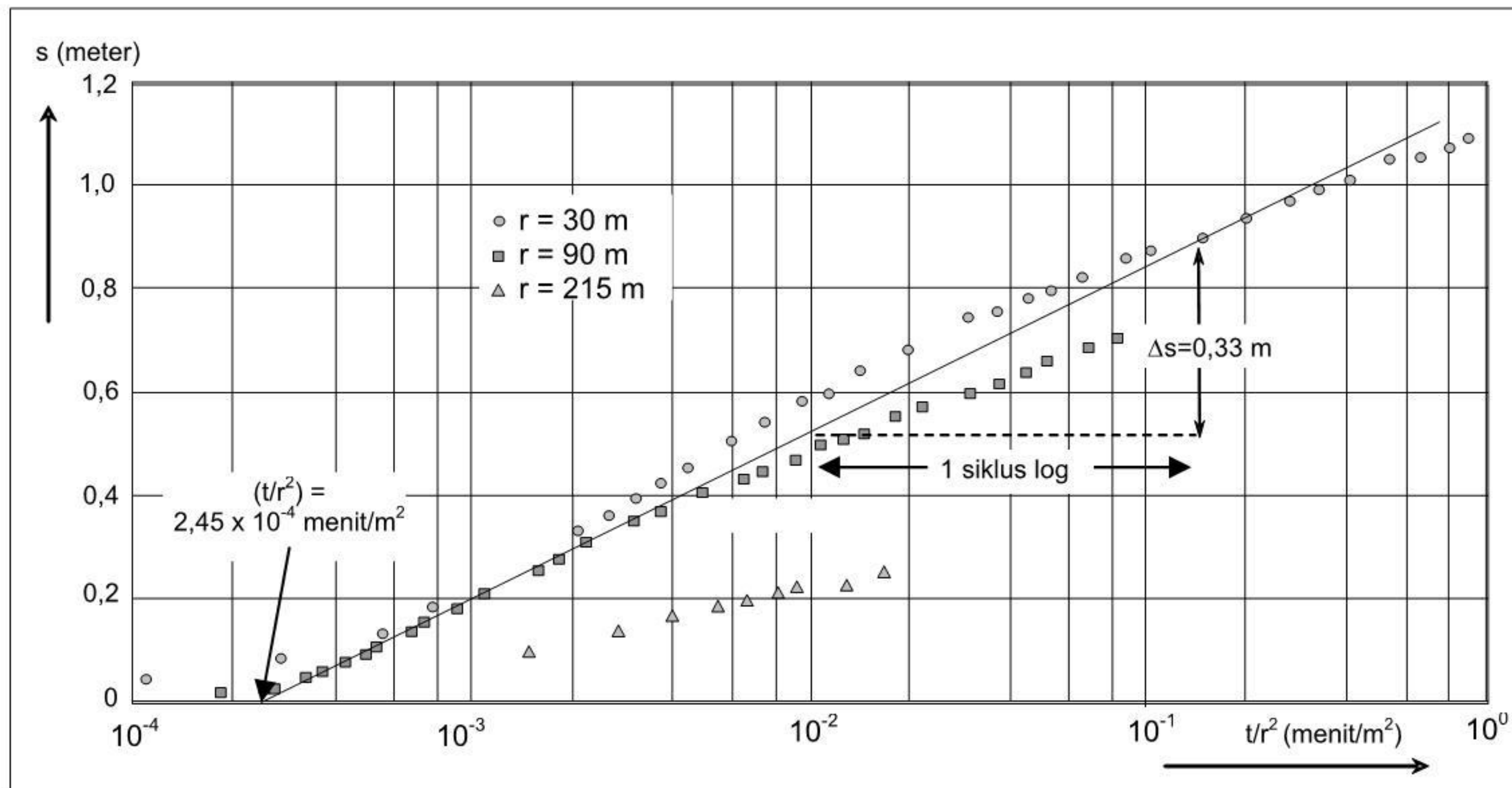
Substitusi ke persamaan (14), untuk memperoleh nilai koefisien simpanan (S)

$$S = \frac{2.25 kD t}{r_0^2} = \frac{2.25 \times 490.47 \times (6.94 \times 10^{-3})}{800^2} = 1.2 \times 10^{-5}$$

Periksa hasil nilai T dan S tersebut dengan persamaan (6) untuk $t = 0.1$ hari dan $r = 18 \text{ m}$

$$u = \frac{r^2 S}{4 kD t} = \frac{(18)^2 \times (1.2 \times 10^{-5})}{4 \times 490.47 \times (6.94 \times 10^{-3})} = 2.85 \times 10^{-4}$$

Hasilnya menunjukkan bahwa nilai u telah memenuhi ketentuan $u < 0.1$, sehingga metoda Jacob II dapat digunakan.



(Sumber: Kruseman dan de Ridder, 1994)

Gambar B.7 - Kurva analisis data uji pemompaan dengan metode Jacob III

Contoh perhitungan metoda Jacob III dengan data uji pemompaan pada tabel D.1 dan berdasarkan kurva analisis pada gambar B.7, diperoleh:

$$\left(\frac{t}{r^2} \right)_0 = 2.45 \times 10^{-4} \text{ menit/m}^2 = \frac{2.45}{1440} \times 10^{-4} \text{ hari/m}^2 = 1.7 \times 10^{-7} \text{ hari/m}^2$$

$$\Delta s = 0.33$$

$$Q = 788 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Substitusi ke persamaan (15), untuk memperoleh nilai transmisivitas (T)

$$T = kD = \frac{2.30 Q}{4\pi \Delta s} = \frac{2.30 \times 788}{4 \times 3.14 \times 0.33} = 437.27 \text{ m}^2 / \text{hari}$$

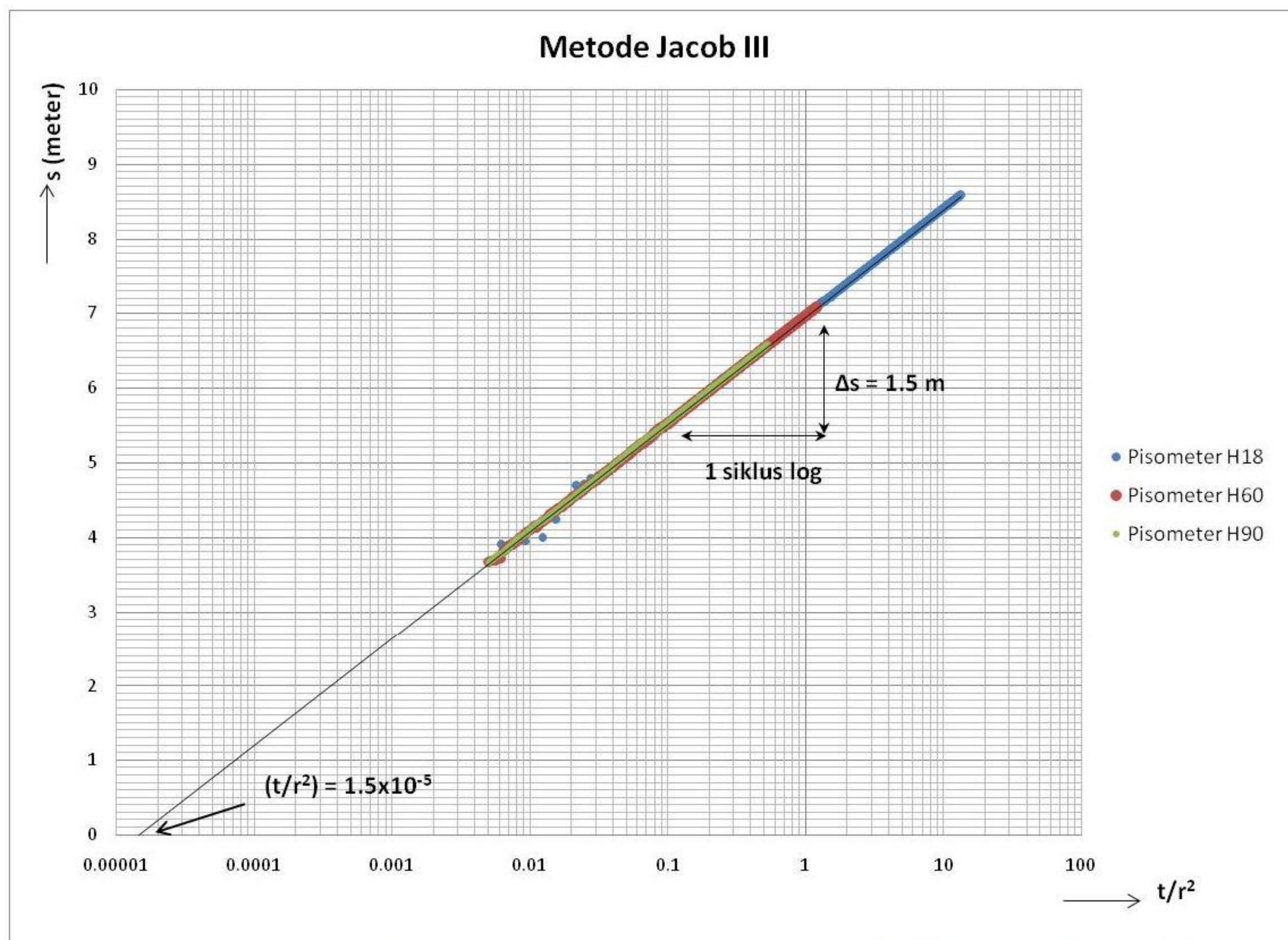
Substitusi ke persamaan (16), untuk memperoleh nilai koefisien simpanan (S)

$$S = 2.25 kD \left(\frac{t}{r^2} \right)_0 = 2.25 \times 437.27 \times (1.7 \times 10^{-7}) = 1.67 \times 10^{-4}$$

Periksa hasil nilai T dan S tersebut dengan persamaan (6) untuk $t = 0.001$ hari

$$u = \frac{r^2 S}{4 kD t} = \frac{(30)^2 \times (1.67 \times 10^{-4})}{4 \times 437.27 \times (10^{-3})} = 0.086$$

Hasilnya menunjukkan bahwa nilai u telah memenuhi ketentuan $u < 0.1$, sehingga metoda Jacob III dapat digunakan.



(Sumber: Soenarto, 1991)

Gambar B.8 - Kurva analisis data uji pemompaan dengan metode Jacob III

Contoh perhitungan metoda Jacob III dengan data uji pemompaan pada tabel D.2 dan berdasarkan kurva analisis pada gambar B.8, diperoleh:

$$\left(\frac{t}{r^2}\right)_0 = 1.5 \times 10^{-5} \text{ menit} / m^2 = \frac{1.5}{1440} \times 10^{-5} \text{ hari} / m^2 = 1.04 \times 10^{-8} \text{ hari} / m^2$$

$$\Delta s = 1.5$$

$$Q = 2678.4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Substitusi ke persamaan (15), untuk memperoleh nilai transmisivitas (T)

$$T = kD = \frac{2.30 Q}{4\pi \Delta s} = \frac{2.30 \times 2678.4}{4 \times 3.14 \times 1.5} = 326.98 m^2 / \text{hari}$$

Substitusi ke persamaan (16), untuk memperoleh nilai koefisien simpanan (S)

$$S = 2.25kD \left(\frac{t}{r^2}\right)_0 = 2.25 \times 326.98 \times (1.04 \times 10^{-8}) = 7.65 \times 10^{-6}$$

Periksa hasil nilai T dan S tersebut dengan persamaan (6) untuk $t = 0.001$ hari

$$u = \frac{r^2 S}{4 k D t} = \frac{(18)^2 \times (7.65 \times 10^{-6})}{4 \times 326.98 \times (10^{-3})} = 1.89 \times 10^{-3}$$

Hasilnya menunjukkan bahwa nilai u telah memenuhi ketentuan $u < 0.1$, sehingga metoda Jacob III dapat digunakan.



OBSERVASI selama : PEMOMPAAN/PEMULIHAN *pilih salah satu

Pisometer : *diisi dengan nama pisometer

Kedalaman: ... m; Jarak: ... m

Uji pemompaan dilakukan oleh :

Diarahkan oleh:

Untuk proyek : *diisi dengan tujuan dari uji pemompaan

Lokasi : *diisi dengan nama lokasi uji pemompaan

Tanggal dimulai : .../ .../

Tanggal dihentikan : .../ .../

Tinggi muka air mula-mula : m

Tinggi muka air terakhir : m

Tinggi referensi : (+msl)

Catatan :

.....

.....

.....

.....

*diisi catatan penting selama uji pemompaan berlangsung

[illegible]

21 dari 26

Lampiran D
(informatif)
Contoh tabel

Tabel D.1 - Data uji pemompaan untuk menerapkan metode JacobQ = 788 m³/hari

Pisometer H ₃₀			Pisometer H ₉₀			Pisometer H ₂₁₅		
r = 30 m			r = 90 m			r = 215 m		
Kedalaman screen = 20 m			Kedalaman screen = 24 m			Kedalaman screen = 20 m		
t (menit)	s (meter)	t/r ² (menit/meter ²)	t (menit)	s (meter)	t/r ² (menit/meter ²)	t (menit)	s (meter)	t/r ² (menit/meter ²)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	0.04	1.11E-04	1.5	0.015	1.85E-04	66	0.089	1.43E-03
0.25	0.08	2.78E-04	2	0.021	2.47E-04	127	0.138	2.75E-03
0.5	0.13	5.56E-04	2.16	0.023	2.67E-04	140	0.144	3.03E-03
0.7	0.18	7.78E-04	2.66	0.044	3.28E-04	185	0.165	4.00E-03
1	0.23	1.11E-03	3	0.054	3.70E-04	251	0.186	5.43E-03
1.4	0.28	1.56E-03	3.5	0.075	4.32E-04	305	0.196	6.60E-03
1.9	0.33	2.11E-03	4	0.09	4.94E-04	366	0.207	7.92E-03
2.33	0.36	2.59E-03	4.33	0.104	5.35E-04	430	0.214	9.30E-03
2.8	0.39	3.12E-03	5.5	0.133	6.79E-04	606	0.227	1.31E-02
3.36	0.42	3.73E-03	6	0.153	7.41E-04	780	0.25	1.68E-02
4	0.45	4.44E-03	7.5	0.178	9.26E-04			
5.35	0.5	5.94E-03	9	0.206	1.11E-03			
6.8	0.54	7.56E-03	13	0.25	1.60E-03			
8.3	0.57	9.22E-03	15	0.275	1.85E-03			
8.7	0.58	9.67E-03	18	0.305	2.22E-03			
10	0.6	1.11E-02	25	0.348	3.08E-03			
13.1	0.64	1.46E-02	30	0.364	3.70E-03			
18	0.68	2.00E-02	40	0.404	4.94E-03			
27	0.742	3.00E-02	53	0.429	6.54E-03			
33	0.753	3.67E-02	60	0.444	7.41E-03			
41	0.779	4.56E-02	75	0.467	9.26E-03			
48	0.793	5.33E-02	90	0.494	1.11E-02			
59	0.819	6.56E-02	105	0.507	1.30E-02			
80	0.855	8.89E-02	120	0.528	1.48E-02			
95	0.873	1.06E-01	140	0.543	1.73E-02			
139	0.915	1.54E-01	150	0.55	1.85E-02			
140	0.915	1.56E-01	180	0.569	2.22E-02			
181	0.935	2.01E-01	248	0.593	3.06E-02			
245	0.966	2.72E-01	301	0.614	3.72E-02			
300	0.99	3.33E-01	363	0.636	4.48E-02			
360	1.007	4.00E-01	422	0.657	5.21E-02			
480	1.05	5.33E-01	542	0.679	6.69E-02			
600	1.053	6.67E-01	602	0.688	7.43E-02			
728	1.072	8.09E-01	680	0.701	8.40E-02			
830	1.088	9.22E-01	785	0.718	9.69E-02			
			845	0.716	1.04E-01			

*Uji pemompaan dilakukan di Vennebulten
(Sumber: Kruseman dan de Ridder, 1994)

Keterangan: waktu (t) = 140 merupakan waktu yang diperoleh dari hasil interpolasi nilai surutan masing-masing pisometer untuk memenuhi persyaratan metoda Jacob II, karena pada metoda ini surutan (Δs) untuk masing-masing pisometer harus diukur pada waktu yang sama.

Tabel D.2 - Data uji pemompaan untuk menerapkan metode Jacob

SWL = 0.54 m

Tanggal = 9/12/1988

Q = 2678.4 m³/hari = 1.86 m³/menit

Kedalaman Screen = 70 meter

Sumur Uji			Pisometer H18m			Pisometer H60m			Pisometer H90m		
Waktu	DWL	s	DWL	s	t/r2	DWL	s	t/r2	DWL	s	t/r2
t (menit)	meter	meter	meter	meter	menit/meter ²	meter	meter	menit/meter ²	meter	meter	menit/meter ²
0	0.54	0	31.76	0.00	0.00	31.76	0.00	0.00	31.76	0.00	0.00
1	12.09	11.55	35.12	3.52	0.00	33.63	1.53	0.00	33.14	1.07	0.00
2	12.91	12.37	35.55	3.91	0.01	34.05	2.47	0.00	33.56	1.94	0.00
3	13.23	12.69	35.80	3.95	0.01	34.30	2.55	0.00	33.80	2.04	0.00
4	13.4	12.86	35.98	4.00	0.01	34.48	2.61	0.00	33.98	2.10	0.00
5	13.55	13.01	36.12	4.25	0.02	34.62	2.80	0.00	34.12	2.36	0.00
6	13.66	13.12	36.24	4.48	0.02	34.74	2.88	0.00	34.23	2.38	0.00
7	13.74	13.2	36.33	4.70	0.02	34.83	3.02	0.00	34.33	2.61	0.00
8	13.8	13.26	36.42	4.72	0.02	34.91	3.05	0.00	34.41	2.63	0.00
9	13.87	13.33	36.49	4.80	0.03	34.99	3.27	0.00	34.48	2.77	0.00
10	13.9	13.36	36.56	4.82	0.03	35.05	3.30	0.00	34.55	2.80	0.00
12	13.97	13.43	36.67	4.90	0.04	35.17	3.40	0.00	34.66	2.94	0.00
14	14.04	13.5	36.77	5.00	0.04	35.26	3.52	0.00	34.76	3.01	0.00
16	14.2	13.66	36.85	5.07	0.05	35.35	3.59	0.00	34.84	3.10	0.00
18	14.26	13.72	36.92	5.14	0.06	35.42	3.68	0.01	34.91	3.15	0.00
20	14.28	13.74	36.99	5.21	0.06	35.49	3.70	0.01	34.98	3.18	0.00
22	14.29	13.75	37.05	5.27	0.07	35.55	3.72	0.01	35.04	3.28	0.00
24	14.32	13.78	37.10	5.32	0.07	35.60	3.85	0.01	35.09	3.33	0.00
26	14.33	13.79	37.15	5.39	0.08	35.65	3.90	0.01	35.14	3.39	0.00
28	14.36	13.82	37.20	5.42	0.09	35.70	3.94	0.01	35.19	3.43	0.00
30	14.39	13.85	37.24	5.46	0.09	35.74	3.99	0.01	35.23	3.45	0.00
35	14.43	13.89	37.34	5.59	0.11	35.84	4.09	0.01	35.33	3.55	0.00
40	14.45	13.91	37.42	5.67	0.12	35.92	4.14	0.01	35.41	3.64	0.00
45	14.48	13.94	37.50	5.75	0.14	35.99	4.22	0.01	35.49	3.73	0.01
50	14.53	13.99	37.56	5.79	0.15	36.06	4.31	0.01	35.55	3.78	0.01
55	14.54	14	37.62	5.85	0.17	36.12	4.36	0.02	35.61	3.84	0.01
60	14.58	14.04	37.68	5.91	0.19	36.17	4.41	0.02	35.67	3.91	0.01
70	14.64	14.1	37.77	6.03	0.22	36.27	4.50	0.02	35.76	4.01	0.01
80	14.67	14.13	37.86	6.12	0.25	36.35	4.58	0.02	35.85	4.09	0.01
90	14.71	14.17	37.93	6.17	0.28	36.43	4.67	0.03	35.92	4.17	0.01
100	14.74	14.2	38.00	6.22	0.31	36.49	4.73	0.03	35.98	4.22	0.01
110	14.79	14.25	38.06	6.31	0.34	36.55	4.78	0.03	36.04	4.27	0.01
120	14.81	14.27	38.11	6.36	0.37	36.61	4.84	0.03	36.10	4.33	0.01

Sumur Uji			Pisometer H18m			Pisometer H60m			Pisometer H90m		
Waktu	DWL	s	DWL	s	t/r2	DWL	s	t/r2	DWL	s	t/r2
t (menit)	meter	meter	meter	meter	menit/meter ²	meter	meter	menit/meter ²	meter	meter	menit/meter ²
140	14.88	14.34	38.21	6.45	0.43	36.70	4.93	0.04	36.19	4.42	0.02
160	14.93	14.39	38.29	6.51	0.49	36.79	5.02	0.04	36.28	4.51	0.02
180	14.99	14.45	38.36	6.61	0.56	36.86	5.09	0.05	36.35	4.58	0.02
200	14.99	14.45	38.43	6.68	0.62	36.92	5.16	0.06	36.42	4.65	0.02
220	13.82	13.82	38.49	6.74	0.68	36.98	5.22	0.06	36.48	4.71	0.03
240	13.78	13.24	38.54	6.79	0.74	37.04	5.27	0.07	36.53	4.76	0.03
260	13.77	13.23	38.59	6.84	0.80	37.09	5.32	0.07	36.58	4.81	0.03
280	13.78	13.24	38.64	6.89	0.86	37.14	5.37	0.08	36.63	4.86	0.03
300	13.81	13.27	38.68	6.93	0.93	37.18	5.43	0.08	36.67	4.90	0.04
320	13.82	13.28	38.72	6.97	0.99	37.22	5.47	0.09	36.71	4.94	0.04
340	13.85	13.31	38.76	7.01	1.05	37.26	5.50	0.09	36.75	4.99	0.04
360	13.86	13.32	38.80	7.05	1.11	37.29	5.52	0.10	36.79	5.03	0.04
390	13.87	13.33	38.85	7.10	1.20	37.34	5.57	0.11	36.84	5.08	0.05
420	13.88	13.34	38.89	7.14	1.30	37.39	5.63	0.12	36.88	5.13	0.05
450	13.87	13.33	38.94	7.18	1.39	37.43	5.67	0.13	36.92	5.17	0.06
480	13.87	13.33	38.98	7.22	1.48	37.47	5.71	0.13	36.97	5.22	0.06
510	13.9	13.36	39.02	7.26	1.57	37.51	5.75	0.14	37.00	5.25	0.06
540	13.91	13.37	39.05	7.29	1.67	37.55	5.79	0.15	37.04	5.29	0.07
570	13.92	13.38	39.09	7.33	1.76	37.58	5.82	0.16	37.07	5.32	0.07
600	13.92	13.38	39.12	7.34	1.85	37.61	5.85	0.17	37.10	5.35	0.07
630	13.93	13.39	39.15	7.39	1.94	37.64	5.88	0.18	37.14	5.38	0.08
660	13.95	13.41	39.18	7.42	2.04	37.67	5.91	0.18	37.16	5.40	0.08
720	13.94	13.4	39.23	7.47	2.22	37.73	5.97	0.20	37.22	5.46	0.09
780	13.94	13.4	39.28	7.52	2.41	37.78	6.02	0.22	37.27	5.51	0.10
840	13.95	13.41	39.33	7.57	2.59	37.82	6.06	0.23	37.32	5.56	0.10
900	13.95	13.41	39.37	7.61	2.78	37.87	6.11	0.25	37.36	5.60	0.11
960	13.96	13.42	39.41	7.65	2.96	37.91	6.15	0.27	37.40	5.64	0.12
1020	14	13.46	39.45	7.69	3.15	37.94	6.18	0.28	37.44	5.68	0.13
1080	14	13.46	39.49	7.73	3.33	37.98	6.22	0.30	37.47	5.71	0.13
1140	14.04	13.5	39.52	7.76	3.52	38.01	6.25	0.32	37.51	5.75	0.14
1200	14.04	13.5	39.55	7.79	3.70	38.05	6.29	0.33	37.54	5.78	0.15
1260	14.07	13.53	39.58	7.82	3.89	38.08	6.32	0.35	37.57	5.81	0.16
1320	14.07	13.53	39.61	7.85	4.07	38.10	6.34	0.37	37.60	5.84	0.16
1380	14.07	13.53	39.64	7.88	4.26	38.13	6.37	0.38	37.63	5.87	0.17
1440	14.07	13.53	39.67	7.91	4.44	38.16	6.40	0.40	37.65	5.89	0.18
1500	14.07	13.53	39.69	7.93	4.63	38.18	6.42	0.42	37.68	5.92	0.19
1560	14.07	13.53	39.72	7.96	4.81	38.21	6.45	0.43	37.70	5.94	0.19
1620	14.08	13.54	39.74	7.98	5.00	38.23	6.47	0.45	37.73	5.97	0.20
1680	14.12	13.58	39.76	8.00	5.19	38.26	6.50	0.47	37.75	5.99	0.21
1740	14.14	13.6	39.78	8.02	5.37	38.28	6.52	0.48	37.77	6.01	0.21

Sumur Uji			Pisometer H18m			Pisometer H60m			Pisometer H90m		
Waktu	DWL	s	DWL	s	t/r2	DWL	s	t/r2	DWL	s	t/r2
t (menit)	meter	meter	meter	meter	menit/meter ²	meter	meter	menit/meter ²	meter	meter	menit/meter ²
1800	14.14	13.6	39.80	8.04	5.56	38.30	6.54	0.50	37.79	6.03	0.22
1860	14.15	13.61	39.83	8.07	5.74	38.32	6.56	0.52	37.81	6.05	0.23
1920	14.16	13.62	39.85	8.09	5.93	38.34	6.58	0.53	37.83	6.07	0.24
1980	14.18	13.64	39.86	8.10	6.11	38.36	6.60	0.55	37.85	6.09	0.24
2040	14.17	13.63	39.88	8.12	6.30	38.38	6.62	0.57	37.87	6.11	0.25
2100	14.18	13.64	39.90	8.14	6.48	38.40	6.64	0.58	37.89	6.13	0.26
2160	14.18	13.64	39.92	8.16	6.67	38.41	6.65	0.60	37.91	6.15	0.27
2220	14.2	13.66	39.94	8.18	6.85	38.43	6.67	0.62	37.92	6.16	0.27
2280	14.21	13.67	39.95	8.19	7.04	38.45	6.69	0.63	37.94	6.18	0.28
2340	14.21	13.67	39.97	8.21	7.22	38.46	6.70	0.65	37.96	6.20	0.29
2400	14.23	13.69	39.98	8.22	7.41	38.48	6.72	0.67	37.97	6.21	0.30
2460	14.24	13.7	40.00	8.24	7.59	38.49	6.73	0.68	37.99	6.23	0.30
2520	14.25	13.71	40.02	8.26	7.78	38.51	6.75	0.70	38.00	6.24	0.31
2580	14.27	13.73	40.03	8.27	7.96	38.52	6.76	0.72	38.02	6.26	0.32
2640	14.28	13.74	40.04	8.28	8.15	38.54	6.78	0.73	38.03	6.27	0.33
2700	14.28	13.74	40.06	8.30	8.33	38.55	6.79	0.75	38.05	6.29	0.33
2760	14.28	13.74	40.07	8.31	8.52	38.57	6.81	0.77	38.06	6.30	0.34
2820	14.28	13.74	40.09	8.33	8.70	38.58	6.82	0.78	38.07	6.31	0.35
2880	14.28	13.74	40.10	8.34	8.89	38.59	6.83	0.80	38.09	6.33	0.36
2940	14.29	13.75	40.11	8.35	9.07	38.61	6.85	0.82	38.10	6.34	0.36
3000	14.31	13.77	40.12	8.36	9.26	38.62	6.86	0.83	38.11	6.35	0.37
3090	14.31	13.77	40.14	8.38	9.54	38.64	6.88	0.86	38.13	6.37	0.38
3180	14.31	13.77	40.16	8.40	9.81	38.65	6.89	0.88	38.15	6.39	0.39
3270	14.31	13.77	40.18	8.42	10.09	38.67	6.91	0.91	38.17	6.41	0.40
3360	14.31	13.77	40.20	8.44	10.37	38.69	6.93	0.93	38.18	6.42	0.41
3450	14.32	13.78	40.21	8.45	10.65	38.71	6.95	0.96	38.20	6.44	0.43
3540	14.32	13.78	40.23	8.47	10.93	38.72	6.96	0.98	38.21	6.45	0.44
3630	14.32	13.78	40.24	8.48	11.20	38.74	6.98	1.01	38.23	6.47	0.45
3720	14.35	13.81	40.26	8.50	11.48	38.75	6.99	1.03	38.25	6.49	0.46
3810	14.36	13.82	40.27	8.51	11.76	38.77	7.01	1.06	38.26	6.50	0.47
3900	14.37	13.83	40.29	8.53	12.04	38.78	7.02	1.08	38.28	6.52	0.48
3990	14.39	13.85	40.30	8.54	12.31	38.80	7.04	1.11	38.29	6.53	0.49
4080	14.41	13.87	40.32	8.56	12.59	38.81	7.05	1.13	38.30	6.54	0.50
4170	14.42	13.88	40.33	8.57	12.87	38.82	7.06	1.16	38.32	6.56	0.51
4260	14.44	13.9	40.34	8.58	13.15	38.84	7.08	1.18	38.33	6.57	0.53

*Uji pemompaan dilakukan di Bali
(Sumber: Soenarto, 1991)

Bibliografi

Kruseman, G.P. and de Ridder, N.A. (1990) *Analysis and evaluation of pumping test data*. Publication 47, ILRI, Wageningen, the Netherlands.

ASTM D 4105-91(1994), *Standard test method (analytical procedure) for determining transmissivity and storage coefficient of nonleaky confined aquifers by the modified theis nonequilibrium method*.

Soenarto, Bambang. 1991. *Assessment of Groundwater Recharge on Bali Island, Indonesia, and Hydraulic Characteristics of Southern Bali*. Engineering Report. University of Alberta.

